

First Hit**End of Result Set** **Generate Collection**

L20: Entry 38 of 38

File: DWPI

Mar 3, 2000

DERWENT-ACC-NO: 2000-262337

DERWENT-WEEK: 200044

COPYRIGHT 2004 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Phase change type optical disk contains change of phase type recording layer in which information is overwritten by drive unit with linear velocity set to maximum value

INVENTOR: INOUE, H; KATO, T ; UTSUNOMIYA, H

PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE	CODE
TDK CORP	DENK

PRIORITY-DATA: 1998JP-0175418 (June 8, 1998), 1997JP-0368036 (December 27, 1997)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
<input type="checkbox"/> <u>JP 2000067435 A</u>	March 3, 2000		016	G11B007/0045
<input type="checkbox"/> <u>US 6115351 A</u>	September 5, 2000		000	G11B007/24

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-NO	DESCRIPTOR
JP2000067435A	November 25, 1998	1998JP-0350764	
US 6115351A	December 28, 1998	1998US-0221125	

INT-CL (IPC): G11 B 7/0045; G11 B 7/24

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2000067435A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The drive unit overwrites information in phase change type recording layer with a linear velocity (V_o). During the overwriting process the linear velocity is set to maximum value (V_{max}) such that an equation, $1 \leq V_{max}/V_o \leq 1.5$ is satisfied.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for information recording method of optical disk.

USE - For change of phase type optical recording medium.

ADVANTAGE - Prevents elimination of recording mark due to head diffusion in surface direction of recording layer during laser beam irradiation, hence improving reliability.

ABSTRACTED-PUB-NO:

US 6115351A

EQUIVALENT-ABSTRACTS:

NOVELTY - The drive unit overwrites information in phase change type recording layer with a linear velocity (V_o). During the overwriting process the linear velocity is set to maximum value (V_{max}) such that an equation, 1 less than V_{max}/V_o less than 1.5 is satisfied.

DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for information recording method of optical disk.

USE - For change of phase type optical recording medium.

ADVANTAGE - Prevents elimination of recording mark due to head diffusion in surface direction of recording layer during laser beam irradiation, hence improving reliability.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/8

TITLE-TERMS: PHASE CHANGE TYPE OPTICAL DISC CONTAIN CHANGE PHASE TYPE RECORD LAYER
INFORMATION DRIVE UNIT LINEAR VELOCITY SET MAXIMUM VALUE

DERWENT-CLASS: T03 W04

EPI-CODES: T03-B; T03-B01; W04-C; W04-C01;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N2000-195835

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-67435

(P2000-67435A)

(43)公開日 平成12年3月3日(2000.3.3)

(51)Int.Cl. ¹	識別記号	F I	マーク ² (参考)
G 11 B 7/0045		G 11 B 7/00	6 3 1 Z
7/24	5 0 1	7/24	5 0 1 Z
	5 2 2		5 2 2 A
	5 3 4		5 3 4 N
			5 3 4 M

審査請求 未請求 請求項の数 8 FD (全 16 頁)

(21)出願番号	特願平10-350764	(71)出願人	000003067 ティーディーケイ株式会社 東京都中央区日本橋1丁目13番1号
(22)出願日	平成10年11月25日(1998.11.25)	(72)発明者	加藤 達也 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティ 一ディーケイ株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平9-368036	(72)発明者	宇都宮 肇 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティ 一ディーケイ株式会社内
(32)優先日	平成9年12月27日(1997.12.27)	(72)発明者	井上 弘康 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティ 一ディーケイ株式会社内
(33)優先権主張国	日本 (JP)	(74)代理人	弁理士 石井 陽一 100082865
(31)優先権主張番号	特願平10-175418		
(32)優先日	平成10年6月8日(1998.6.8)		
(33)優先権主張国	日本 (JP)		

(54)【発明の名称】 光記録媒体およびその記録方法

(57)【要約】

【課題】 相変化型光記録媒体において、高温保存による信頼性低下を防ぎ、かつ、記録用レーザービーム照射の際に記録層の面内方向に拡散する熱によって記録マークの一部が消去される現象(セルフライズ)を防ぐ。

【解決手段】 相変化型の記録層を有し、線速度V_oでオーバーライトを行う駆動装置に適用される光記録媒体であって、オーバーライトを行ったときにC/Nが最大となる線速度をV_{max}としたとき、

1 < V_{max} / V_o < 1.5

となるように設計された光記録媒体。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 相変化型の記録層を有し、線速度 V_0 でオーバーライトを行う駆動装置に適用される光記録媒体であって、

オーバーライトを行ったときにC/Nが最大となる線速度を V_{max} としたとき、

$$1 < V_{max}/V_0 < 1.5$$

となるように設計された光記録媒体。

【請求項2】 記録層が基体上に形成されており、基体と記録層との間に第1誘電体層を有し、記録層に第2誘電体層を有し、第2誘電体層のうち少なくとも記録層に接する領域が、窒素を含有し、記録再生光が基体を通して照射される請求項1の光記録媒体。

【請求項3】 前記領域が、硫化亜鉛および酸化ケイ素を主成分とするか、窒化ケイ素および/または窒化ゲルマニウムを主成分とする請求項2の光記録媒体。

【請求項4】 基体表面に、第1誘電体層、相変化型の記録層および第2誘電体層をこの順で有し、記録再生光が基体裏面側から照射される光記録媒体であり、

記録再生光波長における媒体の光吸収率を、記録層の結晶質部でA_c、記録層の非結晶質部でA_aとしたとき、

$$A_c/A_a \geq 0.8$$

である請求項1～3のいずれかの光記録媒体。

【請求項5】 記録層に記録マークを形成し、室温より高い温度下において少なくとも100時間保存した後、前記記録マークの上からオーバーライトを行ったときに、前記記録マークの消去率の絶対値が23dB以上である請求項4の光記録媒体。

【請求項6】 前記室温より高い温度が60～80℃の範囲にある請求項5の光記録媒体。

【請求項7】 相変化型の記録層を有する光記録媒体にオーバーライトを行う方法であって、

前記光記録媒体にオーバーライトを行ったときにC/Nが最大となる線速度を V_{max} としたとき、

$$1 < V_{max}/V_0 < 1.5$$

となる線速度 V_0 でオーバーライトを行う光記録媒体の記録方法。

【請求項8】 前記光記録媒体が、請求項1～6のいずれかの光記録媒体である請求項7の光記録媒体の記録方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、相変化型の光記録媒体と、この光記録媒体にオーバーライトを行う方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、高密度記録が可能で、しかも記録情報を消去して書き換えることが可能な光記録媒体が注目されている。書き換え可能な光記録媒体のうち相変化型のものは、レーザー光を照射することにより記録層

の結晶状態を変化させて記録を行い、このような状態変化に伴なう記録層の反射率変化を検出することにより再生を行うものである。相変化型の光記録媒体は、駆動装置の光学系が光磁気記録媒体のそれに比べて単純であるため、注目されている。

【0003】相変化型の記録層には、結晶質状態と非晶質状態とで反射率の差が大きいこと、非晶質状態の安定度が比較的高いことなどから、Ge-Te系やGe-Sb-Te系等のカルコゲナイト系材料が用いられることが多い。また、この他、最近、カルコパイライトと呼ばれる化合物を応用することが提案されている。カルコパイライト型化合物は化合物半導体材料として広く研究され、太陽電池などにも応用されている。カルコパイライト型化合物は、化学周期律表を用いると $\text{Ib}-\text{IIb}-\text{Vb}_2$ や $\text{IIb}-\text{IVb}-\text{Vb}_2$ で表される組成であり、ダイヤモンド構造を2つ積み重ねた構造を有する。カルコパイライト型化合物はX線構造解析によって容易に構造を決定することができ、その基礎的な特性は、例えば月刊フィジクスvol.8, No.8, 1987, pp-441や、電気化学vol.56, No.4, 1988, pp-228などに記載されている。これらのカルコパイライト型化合物の中で特に AgInTe_2 は、SbやBiを用いて希釈することにより、線速度7m/s前後の光記録媒体の記録層材料として使用できることが知られている（特開平3-240590号公報、同3-99884号公報、同3-82593号公報、同3-73384号公報、同4-151286号公報等）。このようなカルコパイライト型化合物を用いた相変化型光記録媒体の他、特開平4-267192号公報や特開平4-232779号公報、特開平6-166268号公報には、記録層が結晶化する際に AgSbTe_2 相が生成する相変化型光記録媒体が開示されている。

【0004】相変化型光記録媒体において情報を記録する際には、記録層が融点以上まで昇温されるような高パワー（記録パワー）のレーザー光を照射する。記録パワーが加えられた部分では記録層が溶融した後、急冷され、非晶質の記録マークが形成される。一方、記録マークを消去する際には、記録層がその結晶化温度以上であってかつ融点未満の温度まで昇温されるような比較的低パワー（消去パワー）のレーザー光を照射する。消去パワーが加えられた記録マークは、結晶化温度以上まで加熱された後、徐冷されることになるので、結晶質に戻る。したがって、相変化型光記録媒体では、単一の光ビームの強度を変調することにより、オーバーライトが可能である。

【0005】従来、相変化型光記録媒体の特性の良否は、使用される線速度において十分なC/Nが得られ、かつ、消去の際に十分な消去率が得られるかどうかで判断していた。しかし、消去率が高すぎると、かえって特性が悪化してしまう。消去率が高いとは、記録層が結晶化しやすいことを意味する。結晶化しやすい記録層で

は、記録マーク後端部を形成しているときに、記録層面内方向への熱の拡散により記録マーク先端部が徐冷状態となり、再結晶化してしまう。すなわち、記録マーク先端部が消去されてしまう。このような現象を、本明細書ではセルフライズという。消去率が高すぎる媒体では、このようなセルフライズによりC/Nの低下が生じるので、消去率の最適化が必要である。

【0006】特開平9-7176号公報には、高線速度用の媒体を低線速度で使用する場合に生じるセルフライズを防ぐために、記録用レーザービームをパルス分割する際に、パルスパターンを線速度に応じて最適化する方法が記載されている。

【0007】しかし、本発明者らの研究によれば、セルフライズを防ぎ、C/Nが最も高くなるように媒体の設計を最適化すると、新たな問題が生じることがわかった。具体的には、使用線速度においてC/Nが最も高くなるように設計した媒体では、記録マークを形成した後、60~80°C程度の高温状態に保存し、その後に記録マークの上からオーバーライトすると、最初に形成した記録マークを十分に消去できないことがわかった。以前の記録マークが消去できないと、以前の信号と新たに記録した信号とが混ざることになり、新たな信号が正常に読み出せなくなってしまい、ジッター やエラーが著しく増大してしまう。光ディスクドライブ等の媒体駆動装置内は、駆動時に60°C以上の高温になるため、媒体は駆動装置内において高温環境に長時間さらされることになる。このため、高温保存による消去率の低下を防ぐことは、重要な課題である。

【0008】なお、相変化型光記録媒体の高温環境下での保存における特性劣化を防ぐ提案は、例えば特開平5-159369号公報に記載されている。同公報では、記録層と共に基板上に設ける誘電体層を、カルコゲン化物と酸化物と炭素(C)を含む複合物から構成することにより、誘電体層内に発生する内部応力を低減し、誘電体層と記録層との接着力を向上させ、その結果、膜の剥離やクラックの発生を防いで、長期の信頼性を確保している。しかし、同公報では、高温保存後の消去率の低下およびその改善については、触れられていない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、相変化型光記録媒体において、高温保存による信頼性低下を防ぐことであり、また、記録用レーザービーム照射の際に記録層の面内方向に拡散する熱によって記録マークの一部が消去される現象(セルフライズ)を防ぐことである。

【0010】

【課題を解決するための手段】このような目的は、下記(1)~(8)の本発明により達成される。

(1) 相変化型の記録層を有し、線速度V_oでオーバ

ライトを行う駆動装置に適用される光記録媒体であって、オーバーライトを行ったときにC/Nが最大となる線速度をV_{max}としたとき、

$1 < V_{max}/V_o < 1.5$

となるように設計された光記録媒体。

(2) 記録層が基体上に形成されており、基体と記録層との間に第1誘電体層を有し、記録層上に第2誘電体層を有し、第2誘電体層のうち少なくとも記録層に接する領域が、窒素を含有し、記録再生光が基体を通して照射される上記(1)の光記録媒体。

(3) 前記領域が、硫化亜鉛および酸化ケイ素を主成分とするか、窒化ケイ素および/または窒化ゲルマニウムを主成分とする上記(2)の光記録媒体。

(4) 基体表面に、第1誘電体層、相変化型の記録層および第2誘電体層をこの順で有し、記録再生光が基体裏面側から照射される光記録媒体であり、記録再生光波長における媒体の光吸収率を、記録層の結晶質部でA

c、記録層の非結晶質部でAaとしたとき、

$A_c/A_a \geq 0.8$

である上記(1)~(3)のいずれかの光記録媒体。

(5) 記録層に記録マークを形成し、室温より高い温度下において少なくとも100時間保存した後、前記記録マークの上からオーバーライトを行ったときに、前記記録マークの消去率の絶対値が23dB以上である上記(4)の光記録媒体。

(6) 前記室温より高い温度が60~80°Cの範囲にある上記(5)の光記録媒体。

(7) 相変化型の記録層を有する光記録媒体にオーバーライトを行う方法であって、前記光記録媒体にオーバーライトを行ったときにC/Nが最大となる線速度をV_{max}としたとき、

$1 < V_{max}/V_o < 1.5$

となる線速度V_oでオーバーライトを行う光記録媒体の記録方法。

(8) 前記光記録媒体が、上記(1)~(6)のいずれかの光記録媒体である上記(7)の光記録媒体の記録方法。

【0011】

【作用および効果】本発明では、オーバーライト時の線速度V_oと、C/Nが最大となる線速度V_{max}との関係が、

$1 < V_{max}/V_o < 1.5$

となるように媒体を設計する。1 < V_{max}/V_o であれば、高温保存による媒体の消去率低下が抑制されるので、信頼性が著しく向上する。具体的には、例えば、後述する吸収率補正構造の媒体に本発明を適用した場合、室温より高い温度下、さらには、媒体が使用される最高温度下または保管される最高温度下において少なくとも100時間保存した後においても、消去率(以下、絶対値で表す)を23dB以上とすることができます。なお、前

記最高温度は、通常、60°C以上80°C以下である。

【0012】なお、オーバーライトする記録マークの長さが短いほど、消去率は良好となる。逆に、オーバーライトする記録マークが長ければ、消去率は相対的に悪くなる。線速度を上記V_{max}として、最大反転間隔の記録マーク（最長マーク）によりオーバーライトすると、高温保存後の消去率は23dB未満となってしまう。これに対し本発明においてV_{max}よりも遅い線速度V_oでオーバーライトすれば、オーバーライトする記録マークが最大反転間隔のものであっても、消去率を23dB以上とすることができる。

【0013】本発明では、媒体駆動装置の線速度（V_o）よりもV_{max}を速くする必要があるので、記録層が徐冷されるような媒体構造とするか、記録層自体の結晶化速度を比較的速くする必要がある。徐冷構造とすれば、記録層を厚くしたり、記録層と反射層との間に設ける誘電体層（例えば図1における第2誘電体層32）を厚くしたりすればよい。記録層の結晶化速度は、記録層組成を制御することにより調整できる。また、記録層と反射層との間に設ける誘電体層の組成を制御することによっても、結晶化速度を速くすることができる。

【0014】一方、V_{max}/V_o < 1.5 であれば、セルフイレーズを抑えることができる。

【0015】なお、前記した特開平9-7176号公報には、セルフイレーズを防ぐために、記録パルス中の個々の分割パルス幅や、パルス間のパワー（バイアスパワー）を制御することが記載されているが、C/Nが最も高くなる線速度を使用線速度よりも高速側に設定することについての記載はない。これに対し本発明では、C/Nが最も高くなる線速度V_{max}を使用線速度（駆動装置のオーバーライト線速度）のV_oよりもあえて速く設定することにより、高温保存による消去率の低下を防ぐ。

【0016】本発明では記録用レーザー光をパルス変調してもよいが、本発明では前記特開平9-7176号公報とは異なり、最も高いC/Nが得られる線速度は使用線速度とは一致しない。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0018】本発明の光記録媒体は、線速度V_oでオーバーライトを行う駆動装置に適用される。V_oは一定値であってもよく、変化するものであってもよい。すなわち、本発明は、線速度が一定であるCLVディスクなどのほか、線速度が可変であるCAVディスク（角速度が一定）などにも適用可能である。また、それぞれが等しい線速度でオーバーライトされる複数の領域を同心円状に有し、外周に存在する領域ほど角速度が遅くなるZCAVディスクにも適用できる。さらに、これらのほか、複数の線速度でのオーバーライトに対応する媒体にも適用できる。

【0019】本発明の光記録媒体に対しオーバーライトを行ったときにC/Nが最大となる線速度をV_{max}とする。

$$1 < V_{max}/V_o < 1.5$$

好ましくは

$$1.05 \leq V_{max}/V_o \leq 1.4$$

である。V_{max}/V_oが小さすぎると、高温保存によって消去率が不十分となってしまい、ジッターが大きくなってしまう。一方、V_{max}/V_oが大きすぎると、セルフイレーズの影響が大きくなってしまい、ジッターが大きくなってしまう。

【0020】線速度V_oが一定でない媒体に本発明に適用する場合、使用するオーバーライト線速度V_oのすべてにおいて、V_{max}/V_oが上記範囲であることが好ましい。

【0021】なお、初期化（製造直後に行う記録層の結晶化）直後や高温保存後のV_{max}は媒体本来のV_{max}と異なることがある。このような履歴の影響を排除するためには、V_{max}の測定を媒体に少なくとも10回オーバーライトを行った後に行なうことが好ましい。

【0022】本発明の光記録媒体に対するオーバーライトは、記録レベルおよび消去レベルの2値を少なくとも含むように変調したレーザー光により行う。記録レベルのレーザー光は、パルス状に照射してもよい。一つの信号を少なくとも2回の照射で記録することにより記録マークでの蓄熱が抑制され、記録マーク後端部の崩れ（ティアドロップ現象）を抑えることができる。C/Nが向上する。また、パルス状照射により、セルフイレーズに起因する記録マーク形状の歪みを抑えることができる。

【0023】オーバーライトおよび再生に用いるレーザー光の波長λは特に限定されないが、高密度記録を目的とする場合には、

$$\lambda \leq 680 \text{ [nm]}$$

であることが好ましい。

【0024】オーバーライトに用いる光学系のレンズの開口数NAは特に限定されないが、開口数が小さすぎるとき高密度記録が困難となることから、

$$NA \geq 0.6$$

であることが好ましい。

【0025】本発明において、オーバーライトの際のレーザー光に対する記録層の線速度V_oは、通常、0.8～2.0m/s程度であるが、転送レートを考慮すると、好ましくは3.47m/s以上、より好ましくは6m/s以上、さらに好ましくは9m/s以上である。

【0026】本発明が適用される相変化型光記録媒体の具体的な構造は特に限定されず、基体上に少なくとも相変化型記録層を有するものであればよいが、通常、図1～図6に示すように、基体2上に、第1誘電体層31、記録層4、第2誘電体層32をこの順に設け、必要に応

じて第2誘電体層32上に反射層5を設け、また、必要に応じて反射層5上に第3誘電体層33を設けた構成とする。なお、図1～図6において、記録再生光は基体2を通して照射される。

【0027】このような構成の媒体では、記録層、誘電体層、反射層等の各層について、組成、厚さ、形成方法などを制御することにより、上記V_{max}を変更することが可能である。

【0028】例えば、第2誘電体層に窒素および／または酸素を導入することにより、媒体の熱的設計（誘電体層や反射層の厚さなど）を大きく変更することなく上記V_{max}を速くすることができる。このため、使用線速度の異なる複数の媒体を設計する際に、媒体構造の大きな変更を行う必要がなく、設計が容易となる。この場合、窒素および／または酸素は、少なくとも記録層と接する領域に導入すればよいが、第2誘電体全体に導入してもよい。例えば、第2誘電体層を後述するような多層構成とする場合には、記録層に接する誘電体層だけに導入してもよい。なお、導入による記録層への悪影響が少ないことから、窒素を導入することがより好ましい。

【0029】第2誘電体層に窒素および／または酸素を導入する方法は特に限定されず、例えば、第2誘電体層をスパッタ法により形成する際に、形成開始前または形成開始と同時に雰囲気中にN₂および／またはO₂を導入し、形成開始直後に、これらのガスの導入を中止する方法、形成開始前または形成開始と同時に雰囲気中にN₂および／またはO₂を導入し、形成開始直後に、これらのガスの濃度を低下させる方法、形成しているあいだ、連続してN₂および／またはO₂を導入する方法、などを利用することが好ましい。また、これらの方法のほか、記録層をスパッタ法により形成する際に、雰囲気中にN₂および／またはO₂を導入しながら形成し、形成終了直前にこれらのガスの濃度を高くする方法、記録層形成後、N₂および／またはO₂を含む雰囲気中で放電処理を施してから第2誘電体層を形成する方法、などを用いてもよい。また、上記方法の2種以上を併用してもよい。

【0030】具体的には、例えば、硫化亜鉛および酸化ケイ素を主成分とする第2誘電体層をスパッタ法により形成する際には、Ar+N₂雰囲気を用いればよい。この場合、N₂流量を多くするほど一般にV_{max}は速くなる。また、例えば、Siおよび／またはGeをターゲットとして、窒素含有雰囲気中で反応性スパッタを行えば、硫化ケイ素および／または窒化ゲルマニウムを主成分とする第2誘電体層が形成されるが、この場合には、主成分を硫化亜鉛および酸化ケイ素とする場合よりもV_{max}が速くなる。この場合にも、窒素ガス流量が多くなるほど一般にV_{max}は速くなる。

【0031】第2誘電体層に窒素および／または酸素を導入する際に用いるガス（以下、導入ガスという）は特に限定されない。例えば、O₂以外の酸化性ガス、具体

的には、NO₂等のNO_xで表される化合物のガスなども用いることができる。

【0032】第2誘電体層をスパッタ法により形成する場合に、Ar等の不活性ガスと導入ガスとの混合ガスを導入する際の流量比〔導入ガス／(Ar+導入ガス)〕は、5～40%とすることが好ましい。

【0033】次に、本発明の光記録媒体の具体的な構成例について、詳細に説明する。

【0034】図1、図2、図3の構成（反射型構造）

図1、図2および図3にそれぞれ示す光記録媒体は、基体2表面側に、第1誘電体層31、記録層4、第2誘電体層32、反射層5および保護層6をこの順に設けた片面記録型（単板型）媒体である。なお、この片面記録型媒体を2枚用い、保護層6が内側になるように接着層により接着した両面記録型の媒体にも、本発明は適用できる。また、上記片面記録型媒体と保護基体とを接着層により接着した媒体にも、本発明は適用できる。

【0035】図1、図2および図3にそれぞれ示す光記録媒体は、通常、反射層5が比較的厚い金属層であり、後述する吸収率補正構造の媒体とは異なるものである。本明細書では、このような媒体を反射型構造の媒体という。なお、反射型構造の媒体は、後述するAc/Aaが一般に0.8未満であるが、Ac/Aaが0.8以上となる設計も可能である。

【0036】基体

本発明の光記録媒体では基体2を通して記録層4に光ビームが照射されるので、基体2は、用いる光ビームに対して実質的に透明である材質、例えば、樹脂やガラスなどから構成されることが好ましい。樹脂としては、アクリル樹脂、ポリカーボネート、エポキシ樹脂、ポリオレフィン等を用いればよい。基体の形状および寸法は特に限定されないが、通常、ディスク状とし、厚さは一般に0.2mm以上、通常、0.5～3mm程度、直径は、通常、50～360mm程度とする。基体の表面には、トラッキング用やアドレス用等のために、グループ（案内溝）等の所定のパターンが必要に応じて設けられる。

【0037】本発明の光記録媒体は、グループを記録トラックとしてもよく、グループ間の領域（ランド）を記録トラックとしてもよいが、高密度記録を目的とする場合には、グループとランドとの両方を記録トラックとする構成（ランド・グループ記録）とすることが好ましい。ランド・グループ記録の場合の記録トラックピッチは、通常、0.3～1.0μm程度とすることが好ましい。

【0038】第1誘電体層31、第2誘電体層32

第1誘電体層31は、記録層の酸化を防ぎ、また、記録時に記録層から基体に伝わる熱を遮断して基体を保護する。第2誘電体層32は、記録層を保護すると共に、記録後、記録層に残った熱の放出を調整するために設けられる。また、両誘電体層を設けることにより、変調度を

50

向上させることができる。

【0039】第1誘電体層31の構成は特に限定されず、図1に示すように単層構造としてもよいが、オーバーライト可能回数をさらに多くするためには、好ましくは図2および図3にそれぞれ示すような2層構造とし、各層の構成を以下に説明するものとする。

【0040】図2および図3にそれぞれ示す第1誘電体層31中には、基体2側に誘電体層1aが存在し、記録層4側に誘電体層1bが存在する。誘電体層1aは、硫化亜鉛および酸化ケイ素を主成分とする。誘電体層1aの酸化ケイ素含有率は、2~40モル% (40モル%を含まず)、好ましくは10~30モル%である。誘電体層1aの酸化ケイ素含有率が高すぎると、屈折率が小さくなりすぎて高C/Nが得られにくくなる。一方、酸化ケイ素含有率が低すぎると、オーバーライト可能回数が少なくなってしまう。誘電体層1aは均質であってもよく、酸化ケイ素含有率が段階的または連続的に変化する傾斜組成構造であってもよい。

【0041】誘電体層1bは、窒化ケイ素および/または窒化ゲルマニウムを主成分とするか、酸化ケイ素を主成分とするか、硫化亜鉛および酸化ケイ素を主成分とし、好ましくは、窒化ケイ素および/または窒化ゲルマニウムを主成分とし、より好ましくは、窒化ケイ素または窒化ゲルマニウムだけから構成され、さらに好ましくは、窒化ゲルマニウムだけから構成される。窒化ケイ素の組成は特に限定されず、例えば Si_xN_{1-x} ($x=0.35 \sim 0.55$) とすればよい。また、窒化ゲルマニウムの組成も特に限定されず、例えば Ge_xN_{1-x} ($x=0.35 \sim 0.55$) とすればよい。一方、硫化亜鉛および酸化ケイ素を主成分とする場合、酸化ケイ素含有率は40モル%以上、好ましくは45モル%以上である。誘電体層1bの酸化ケイ素含有率が低すぎると、誘電体層1aからのZnやSの拡散を十分に抑えることができなくなる。このため、記録層4へZnやSが拡散することになり、オーバーライト可能回数が少なくなってしまう。

【0042】第2誘電体層32を単層構造(図2参照)とする場合、第2誘電体層は、硫化亜鉛および酸化ケイ素を主成分とするか、酸化ケイ素を主成分とするか、希土類酸化物を主成分とすることが好ましい。記録層に接して酸化ケイ素層または希土類酸化物層を設けると、記録層の結晶化速度が速くなり、 V_{max} は速くなる。結晶化速度を抑える必要がある場合には、図3に示すように第2誘電体層を2層構造とし、酸化ケイ素または希土類酸化物からなる誘電体層2bと記録層4との間に、硫化亜鉛と酸化ケイ素との混合物からなる誘電体層2aを設ける構成とすればよい。この構成の場合、誘電体層2aは薄くても十分な効果を発揮するので、誘電体層2aを設けることによる記録層への悪影響 (ZnやSの拡散) は、ほとんどない。

【0043】第2誘電体層32が硫化亜鉛および酸化ケイ素を主成分とする単層構造である場合、酸化ケイ素含有率は、好ましくは2モル%以上、より好ましくは40モル%以上である。第2誘電体層32の酸化ケイ素含有率が低すぎると、第2誘電体層32から記録層へのZnやSの拡散の影響が大きくなる。

【0044】第2誘電体層32を2層構造とし、硫化亜鉛および酸化ケイ素を主成分とする誘電体層2aを設ける場合、誘電体層2aの酸化ケイ素含有率は5~60モル%とすることが好ましい。誘電体層2aの酸化ケイ素含有率が低すぎると、誘電体層2aから記録層へのZnやSの拡散の影響が大きくなり、酸化ケイ素含有率が高すぎると、誘電体層2aを設けることによる効果が不十分となる。

【0045】第2誘電体層32に用いる希土類元素は特に限定されず、例えばCe、La、Y、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu等の少なくとも1種を用いればよいが、好ましくはCe、La、Yの少なくとも1種を用いる。

【0046】なお、酸化ケイ素を含有する各誘電体層がそれぞれ満足すべき、あるいは満足することが好ましい上記酸化ケイ素含有率は、層の平均値としてだけでなく、層全体を通して満足される必要がある。

【0047】本明細書における酸化ケイ素含有率は、硫化亜鉛および酸化ケイ素をそれぞれZnSおよびSiO₂に換算して、SiO₂ / (ZnS + SiO₂) により求めた値である。すなわち、蛍光X線分析などにより求めたS量、Zn量、Si量に基づいて決定する。なお、例えばSに対しZnが過剰であった場合や、Znに対しSが過剰であった場合には、過剰なZnやSは、他の化合物 (ZnO等) として含有されているか、遊離状態で存在しているものと考え、ZnS含有率算出の際にはZnおよびSのうち少ないほうに合わせる。

【0048】第1誘電体層31の厚さは、好ましくは30~300nm、より好ましくは50~250nmである。第1誘電体層をこのような厚さとすることにより、記録に際しての基体損傷を効果的に防ぐことができ、変調度も高くなる。

【0049】誘電体層1bの厚さは、好ましくは0.5~40nm、より好ましくは0.8~30nmである。ただし、誘電体層1bを窒化ケイ素から構成する場合には、高温・高湿環境下で保存したときの剥離を防ぐために、5nm未満、特に4nm以下とすることが好ましい。また、誘電体層1bを窒化ゲルマニウムやZnS-SiO₂から構成する場合には、高温・高湿環境下で保存しても剥離は生じないので、バリア性を高くするために、5~40nm、特に5~30nmとすることが好ましい。誘電体層1bが薄すぎても厚すぎても、オーバーライト可能回数の向上が不十分となる。

【0050】また、第1誘電体層31の厚さ(t_1)に

11

に対する誘電体層1bの厚さ(t_{1b})の比(t_{1b}/t_1)は、好ましくは0.5以下、より好ましくは0.4以下である。誘電体層1bの厚さが上記した好ましい範囲内であっても、 t_{1b}/t_1 が大きすぎるとオーバーライト可能回数の向上が不十分となる。

【0051】第2誘電体層32の厚さは、10~50nm、好ましくは13~35nmである。第2誘電体層をこのようないかくすることにより冷却速度が速くなるので、記録マークのエッジが明瞭となってジッターが小さくなる。また、このような厚さとすることにより、変調度を高くすることができる。

【0052】第2誘電体層32を2層構造とする場合、誘電体層2aの厚さは好ましくは2~15nm、より好ましくは3~10nmである。誘電体層2aが薄すぎると、誘電体層2aを設けることによる効果が不十分となる。一方、誘電体層2aが厚すぎると、高パワーで記録する場合に、誘電体層2aから記録層4へのZnやSの拡散の影響が大きくなる。なお、第2誘電体層32の厚さ(t_2)に対する誘電体層2aの厚さ(t_{2a})の比(t_{2a}/t_2)は、通常、0.5程度以下とすることが好ましい。

【0053】硫化亜鉛を含有する誘電体層には、0~1000°Cにおいてその硫化物生成標準自由エネルギーがZnS生成標準自由エネルギーより低い元素(以下、金属元素Aという)を含有させることが好ましい。誘電体層中に金属元素Aを含有させることにより、繰り返しオーバーライトの際に誘電体層からのSやZnの遊離を抑制することができ、これによりジッター増大を防ぐことができるので、オーバーライト可能回数を増やすことができる。

【0054】金属元素Aとしては、Ce、Ca、Mg、Sr、BaおよびNaの少なくとも1種を用いることが好ましく、硫化物生成標準自由エネルギーが小さいことから、Ceを用いることが特に好ましい。例えば300Kでは、ZnS生成標準自由エネルギーは約-230kJ/mol、CeS生成標準自由エネルギーは約-540kJ/mol、CaS生成標準自由エネルギーは約-510kJ/mol、MgS生成標準自由エネルギーは約-390kJ/mol、SrS生成標準自由エネルギーは約-500kJ/mol、BaS生成標準自由エネルギーは約-460kJ/mol、Na₂S生成標準自由エネルギーは約-400kJ/molである。

【0055】誘電体層中において、全金属元素に対する金属元素Aの比率は、2原子%未満、好ましくは1.5原子%以下、より好ましくは1.3原子%以下である。金属元素Aの比率が高すぎると、繰り返しオーバーライト時のジッター増大抑制効果が実現しない。なお、金属元素Aの添加による効果を十分に実現するためには、金属元素Aの比率を好ましくは0.01原子%以上、より好ましくは0.03原子%以上とする。全金属元素中の

12

金属元素Aの比率は、蛍光X線分析やEPMA(電子線プローブX線マイクロアナリシス)などにより測定することができる。なお、誘電体層中における全金属量を求める際には、Si等の半金属も加えるものとする。

【0056】誘電体層中において、金属元素Aは、単体、硫化物、酸化物、フッ化物等のいずれの形態で存在していてもよい。

【0057】各誘電体層は、スパッタ法や蒸着法等の気相成長法により形成することができるが、特にスパッタ法により形成することができる。窒化ケイ素および/または窒化ゲルマニウムを主成分とする誘電体層を形成する場合には、例えば窒化ケイ素および/または窒化ゲルマニウムをターゲットするスパッタ法を用いてよく、Siおよび/またはGeをターゲットとして窒素含有雰囲気中でスパッタを行う反応性スパッタ法を用いてよい。

【0058】なお、スパッタ法を用いて傾斜組成構造の誘電体層を形成する場合、例えば、複数のターゲットを用いる多元スパッタ法を利用し、成膜初期から終期にかけて、各ターゲットへ投入するパワーの比を段階的または連続的に変化させればよい。

【0059】誘電体層中に上記金属元素Aを含有させるためには、様々な方法を利用することができる。例えば、金属元素AがCeである場合には、Ce単体やCeO₂からなるチップを、誘電体層の主成分となる主ターゲット上に載せたものをターゲットとして用いてよく、主ターゲット中にCeO₂やその他のCe化合物として含有させてもよい。また、金属元素AとしてCaやMgを用いる場合、上記主ターゲット上にCaOやMgOからなるチップを載せてターゲットとしてもよいが、これらには潮解性があるので、好ましくない。したがって、この場合には、CaF₂やMgF₂からなるチップを主ターゲット上に載せてターゲットとすることが好ましい。金属元素AとしてSr、Ba、Naなどを用いる場合も、潮解性の点で、酸化物チップよりもフッ化物チップを用いるほうが好ましい。また、Ca、Mg、Sr、Ba、Naは、酸化物やこれ以外の化合物として主ターゲット中に含有させて用いてよい。なお、主ターゲットには、ZnS-SiO₂などの複合ターゲット

40 を用いてもよく、主ターゲットとしてZnSとSiO₂とをそれぞれ単独で用いるような多元スパッタ法を利用してもよい。

【0060】なお、誘電体層に上記金属元素Aを含有させる場合には、好ましくはArとO₂との混合雰囲気中でスパッタを行う。スパッタ時のO₂導入は、金属元素A単体からなるチップを上記主ターゲット上に載せてスパッタを行う場合に特に有効であるが、金属元素Aの化合物からなるチップを主ターゲットに載せたり、主ターゲットに金属元素Aの化合物を含有させたりする場合にも有効である。この場合のスパッタ雰囲気中のO₂の

13

導入量を、Ar等の不活性ガスとO₂との流量比 [O₂ / (Ar + O₂)] で表すと、この流量比は5~40%であることが好ましい。O₂導入量が多すぎると、記録パワーは低下するが消去パワーは変化しないため、消去パワー・マージンが極度に狭くなってしまい、好ましくない。

【0061】記録層4

記録層は、相変化型材料から構成される。記録層の組成は特に限定されないが、以下に説明するGe-Sb-Te系組成やIn-Ag-Te-Sb系組成、特にGe-Sb-Te系組成の記録層を有する相変化型光記録媒体に対し、本発明は特に有効である。

【0062】Ge-Sb-Te系組成の記録層では、構成元素の原子比を

式I Ge_a Sb_b Te_{1-a-b}

で表わしたとき、好ましくは

0.08 ≤ a ≤ 0.25、

0.20 ≤ b ≤ 0.40

である。

【0063】式Iにおいてaが小さすぎると、記録マークが結晶化しにくくなり、消去率が低くなってしまう。aが大きすぎると、多量のTeがGeと結合することになり、その結果、Sbが析出して記録マークが形成しにくくなる。

【0064】式Iにおいてbが小さすぎると、Teが多くなりすぎるために高温での保存時に記録マークが結晶化しやすくなっているが、信頼性が低くなってしまう。bが大きすぎると、Sbが析出して記録マークが形成しにくくなる。

【0065】この組成系における記録層の厚さは、好ましくは14~50nmである。記録層が薄すぎると結晶相の成長が困難となり、相変化に伴なう反射率変化が不十分となる。一方、記録層が厚すぎると、反射率および変調度が低くなってしまう。

【0066】In-Ag-Te-Sb系組成の記録層では、構成元素の原子比を

式II [(In_aAg_bTe_{1-a-b})_{1-c}Sb_c]_{1-d}M_d

で表したとき、好ましくは

a=0.1~0.3、

b=0.1~0.3、

c=0.5~0.8、

d=0~0.10

であり、より好ましくは

a=0.11~0.28、

b=0.15~0.28、

c=0.55~0.78、

d=0.005~0.05

である。

【0067】式IIにおいてaが小さすぎると、記録層中のIn含有率が相対的に低くなりすぎる。このため、記

14

録マークの非晶質化が不十分となって変調度が低下し、また、信頼性も低くなってしまう。一方、aが大きすぎると、記録層中のIn含有率が相対的に高くなりすぎる。このため、記録マーク以外の反射率が低くなってしまって変調度が低下してしまう。

【0068】式IIにおいてbが小さすぎると、記録層中のAg含有率が相対的に低くなりすぎる。このため、記録マークの再結晶化が困難となって、繰り返しオーバーライトが困難となる。一方、bが大きすぎると、記録層中のAg含有率が相対的に高くなり、過剰なAgが記録および消去の際に単独でSb相中に拡散することになる。このため、書き換え耐久性が低下すると共に、記録マークの安定性および結晶質部の安定性がいずれも低くなってしまい、信頼性が低下する。すなわち、高温で保存したときに記録マークの結晶化が進んで、C/Nや変調度が劣化しやすくなる。また、繰り返して記録を行なったときのC/Nおよび変調度の劣化も進みやすくなる。

【0069】また、a+bが小さすぎるとTeが過剰となってTe相が形成される。Te相は結晶転移速度を低下させるため、消去が困難となる。一方、a+bが大きすぎると、記録層の非晶質化が困難となり、信号が記録できなくなる可能性が生じる。

【0070】式IIにおいてcが小さすぎると、相変化に伴なう反射率差は大きくなるが結晶転移速度が急激に遅くなってしまい、消去が困難となる。一方、cが大きすぎると、相変化に伴なう反射率差が小さくなってしまって変調度が小さくなる。

【0071】式IIにおける元素Mは、H、Si、C、V、W、Ta、Zn、Ti、Ce、Tb、Ge、Sn、PbおよびYから選択される少なくとも1種の元素である。元素Mは、書き換え耐久性を向上させる効果、具体的には、書き換えの繰り返しによる消去率の低下を抑える効果を示す。また、高温・高湿などの悪条件下での信頼性を向上させる。このような効果が強力であることから、元素MのうちV、Ta、Ce、GeおよびYの少なくとも1種が好ましい。

【0072】元素Mの含有率を表すdが大きすぎると、相変化に伴なう反射率変化が小さくなってしまって十分な変調度が得られなくなる。dが小さすぎると、元素M添加による効果が不十分となる。

【0073】この組成系では、記録層にはAg、Sb、Te、Inおよび必要に応じて添加されるMだけを用いることが好ましいが、Agの一部をAuで置換してもよく、Sbの一部をBiで置換してもよく、Teの一部をSeで置換してもよく、Inの一部をAlおよび/またはPで置換してもよい。

【0074】AuによるAgの置換率は、好ましくは50原子%以下、より好ましくは20原子%以下である。置換率が高すぎると、記録マークが結晶化しやすくなつ

15

て高温下での信頼性が悪化する。

【0075】BiによるSbの置換率は、好ましくは50原子%以下、より好ましくは20原子%以下である。置換率が高すぎると記録層の吸収係数が増加して光の干渉効果が減少し、このため結晶-非晶質間の反射率差が小さくなつて変調度が低下し、高C/Nが得られなくなる。

【0076】SeによるTeの置換率は、好ましくは50原子%以下、より好ましくは20原子%以下である。置換率が高すぎると結晶転移速度が遅くなりすぎ、十分な消去率が得られなくなる。

【0077】Alおよび/またはPによるInの置換率は、好ましくは40原子%以下、より好ましくは20原子%以下である。置換率が高すぎると、記録マークの安定性が低くなつて信頼性が低くなる。なお、AlとPとの比率は任意である。

【0078】なお、この組成系において繰り返し書き換え後の記録層の吸収係数kは、結晶状態のときが3.3程度、微結晶ないし非晶質のときが2.2程度である。

【0079】この組成系の記録層の厚さは、好ましくは9.5~50nm、より好ましくは13~30nmである。記録層が薄すぎると結晶相の成長が困難となり、相変化に伴う反射率変化が不十分となる。一方、記録層が厚すぎると、記録マーク形成時に記録層の厚さ方向へAgが多量に拡散し、記録層内方向へ拡散するAgの比率が小さくなつてしまつたため、記録層の信頼性が低くなつてしまつた。また、記録層が厚すぎると、反射率および変調度が低くなつてしまつた。

【0080】記録層の組成は、EPMAやX線マイクロアリシス、ICPなどにより測定することができる。

【0081】記録層の形成は、スパッタ法により行うことが好ましい。スパッタ条件は特に限定されず、例えば、複数の元素を含む材料をスパッタする際には、合金ターゲットを用いてもよく、ターゲットを複数個用いる多元スパッタ法を用いてもよい。

【0082】反射層5

反射層の材質は特に限定されないが、通常、Al、Au、Ag、Pt、Cu、Ni、Cr、Ti等の単体あるいはこれらの1種以上を含む合金などの高反射率金属から構成すればよい。反射層の厚さは、30~300nmとすることが好ましい。厚さが前記範囲未満であると十分な反射率が得られにくくなる。また、前記範囲を超えて反射率の向上は小さく、コスト的に不利になる。反射層は、スパッタ法や蒸着法等の気相成長法により形成することが好ましい。

【0083】保護層6

保護層は、耐擦傷性や耐食性の向上のために設けられる。この保護層は種々の有機系の物質から構成されることが好ましいが、特に、放射線硬化型化合物やその組成物を、電子線、紫外線等の放射線により硬化させた物質

16

から構成されることが好ましい。保護層の厚さは、通常、0.1~100μm程度であり、スピニコート、グラビア塗布、スプレーコート、ディッピング等、通常の方法により形成すればよい。

【0084】接着層

接着層を構成する接着剤は特に限定されず、例えば、ホットメルト型接着剤、紫外線硬化型接着剤、常温硬化型接着剤等のいずれであつてもよく、粘着剤であつてもよい。

【0085】図4、図5、図6の構成(吸収率補正構造)

図4、図5および図6に、本発明が適用される光記録媒体の他の構成例をそれぞれ示す。本明細書では、これらの光記録媒体を吸収率補正構造の媒体という。以下、吸収率補正構造を選択する理由を説明する。

【0086】相変化型光記録媒体では、結晶-非結晶間の反射率の違いを利用するため、記録マーク以外の領域(結晶状態)における光吸収率(Ac)と記録マーク(非結晶状態)における光吸収率(Aa)とが異なることが多く、一般にAc < Aaとなつてゐる。なお、AcおよびAaは、いずれも記録再生用レーザー光の波長における値である。このため、オーバーライト領域が結晶であったか非結晶であったかによって記録感度および消去率が異なることになる。この結果、オーバーライトによって形成される記録マークに長さおよび幅のばらつきが生じて、ジッターが大きくなり、エラーとなることもある。高密度化のために記録マークの両端に情報を持たせるマークエッジ記録を行つてゐる場合には、記録マークの長さの変動の影響を受けやすいため、エラーがさらに多くなつてしまつた。

【0087】この問題を解決するためには、AcをAaに近づけ、好ましくはAc/Aa ≥ 0.8とし、より好ましくはAc/Aa ≥ 0.9とし、さらに好ましくはAc/Aa ≥ 1とし、最も好ましくは、潜熱の影響を考慮してAc/Aa > 1とすることが望ましい。このためには、記録層やそれを挟んで設けられる誘電体層の厚さを制御すればよいが、通常の構造の媒体では、Ac/Aaを大きくしていくと記録マーク以外の領域における媒体からの反射率(Rc)と記録マークにおける媒体からの反射率(Ra)との差が小さくなつて、C/Nが低くなるという問題が生じてしまつた。

【0088】このような事情から、例えば特開平8-124218号公報では、基体上に第1誘電体層、記録層、第2誘電体層、反射層、第3誘電体層、紫外線硬化樹脂層を順に積層した構成の光学情報記録媒体において、Ac > Aaとし、反射層として透過性の極薄金属膜、SiまたはGeを用い、第3誘電体層として屈折率が1.5より大きな誘電体を用いる旨の提案がなされている。光透過性の反射層と高屈折率の第3誘電体層とを設けることにより、Rc-Raを大きく保つたままAc

40 反射率(Ra)との差が小さくなつて、C/Nが低くなるという問題が生じてしまつた。

【0089】このように、反射層として透過性の極薄金属膜、SiまたはGeを用い、第3誘電体層として屈折率が1.5より大きな誘電体を用いる旨の提案がなされている。光透過性の反射層と高屈折率の第3誘電体層とを設けることにより、Rc-Raを大きく保つたままAc

50 設けることにより、Rc-Raを大きく保つたままAc

/Aaを上記範囲とすることが可能となる。

【0089】なお、AcおよびAaは、記録層、誘電体層、反射層等の各層の光学定数と記録再生用レーザー光の波長とから、算出することができる。

【0090】図4、図5および図6にそれぞれ示す光記録媒体は、反射層5を上記特開平8-124218号公報に記載された反射層と同様な構成とし、反射層5と保護層6との間に第3誘電体層33を設けた片面記録型媒体である。この構成においても、前述した反射型構造の媒体と同様に、2枚を接着して両面記録型媒体となり、保護基体を接着したりしてもよい。

【0091】図4、図5および図6において反射層5は、光透過率が高い極薄の金属層から構成されるか、記録・再生波長が含まれる近赤外から赤外域にかけての透過性が高いSiやGe等から構成されることが好ましい。反射層の厚さは、記録層の記録マーク以外の領域と記録マークとの間での吸収率差を補正できるように適宜決定すればよい。反射層の好ましい厚さ範囲は構成材料によって大きく異なるので、構成材料に応じて厚さを適宜決定すればよい。例えばAu等の金属を用いる場合には、反射層の厚さを好ましくは40nm以下、より好ましくは10~30nmとし、SiまたはGeを用いる場合には、反射層の厚さを好ましくは80nm以下、より好ましくは30~70nmとする。反射層が薄すぎるとC/Nの低下を招き、反射層が厚すぎると前述した吸収率補正効果が不十分となる。

【0092】反射層を金属から構成する場合、AuまたはAu合金が好ましい。Au合金としては、Auを主成分とし、Al、Cr、Cu、Ge、Co、Ni、Mo、Ag、Pt、Pd、Ta、Ti、BiおよびSbの少なくとも1種を含むものが好ましい。

【0093】この反射層も、スパッタ法や蒸着法等の気相成長法により形成することが好ましい。

【0094】反射層5上に必要に応じて設けられる第3誘電体層33は、好ましくは保護層6よりも屈折率の高い材料から構成する。このような第3誘電体層を設けることにより、前記特開平8-124218号公報記載の発明と同様に、記録マークとそれ以外の領域との間の反射率差を大きく保ったまま、前記Ac/Aaを大きくすることができる。

【0095】第3誘電体層の構成材料は特に限定されず、他の誘電体層の説明において挙げた各種誘電体から選択すればよいが、好ましくは硫化亜鉛および酸化ケイ素を主成分にする。

【0096】第3誘電体層の厚さは、好ましくは30~120nm、より好ましくは40~90nmである。第3誘電体層が薄すぎると信号出力が低くなってしまい、厚すぎると、隣接トラックの信号が消去される現象(クロスイレイズ)が生じてしまう。

【0097】上記したように反射層を光透過性とするこ

とによりAcとAaとを制御する構造では、通常、透明基板の下側から照射される記録再生用レーザー光は一部が透過し、反射層側から出射される。このときの透過率、すなわち入射光に対する透過光の比率は、通常、1%程度以上、特に3%程度以上である。なお、この透過率は、透明基板上に無機層だけが存在する状態で測定した値である。すなわち、図示する構成では保護層6を除いた状態であり、記録層、誘電体層、反射層等の無機層間での多重反射の結果としての透過率を意味する。この

10 透過率は、分光光度計で測定することができる。測定する領域は特に限定されず、結晶質部であっても非晶質部であってもよいが、通常は、グループの存在しない結晶質領域(ミラーパー)で測定すればよい。

【0098】図4、図5および図6にそれぞれ示す光記録媒体において、基体2、記録層4および保護層6は、図1、図2および図3にそれぞれ示す光記録媒体と同様な構成とすればよい。ただし、記録層4の好ましい厚さは、10~50nmである。

【0099】吸収率補正構造の媒体における第1誘電体層31の構成および第2誘電体層32の構成は特に限定されず、図4に示すように単層構造としてもよいが、オーバーライト可能回数を多くするためには、図5および図6に示すような積層構造とし、各誘電体層を以下に説明する構成とすることが好ましい。

【0100】第1誘電体層31は、図2および図3にそれぞれ示す反射型構造の媒体の説明における第1誘電体層と同じ構成とすることが好ましい。

【0101】第2誘電体層32は、単層構造(図5参照)としてもよく、必要に応じて積層構造(図6参照)30 としてもよい。いずれの場合でも、第2誘電体層32の記録層4に接して存在する領域、すなわち、図5では第2誘電体層32全体、図6では誘電体層2aを、好ましくは、窒化ゲルマニウムおよび/または窒化ケイ素を主成分とするか、希土類酸化物を主成分とするか、酸化ケイ素を主成分とするか、硫化亜鉛および酸化ケイ素を主成分とするものとし、より好ましくは、窒化ゲルマニウムおよび/または窒化ケイ素を主成分とするか、硫化亜鉛および酸化ケイ素を主成分とするものとし、さらに好ましくは、窒化ゲルマニウムまたは窒化ケイ素から構成

40 する。ただし、上記領域の主成分を硫化亜鉛および酸化ケイ素とする場合には、酸化ケイ素含有率を好ましくは40モル%以上、より好ましくは40~80モル%、さらに好ましくは40~60モル%とする。酸化ケイ素含有率が低すぎると、記録層へのZnやSの拡散の影響が大きくなる。一方、酸化ケイ素含有率が高すぎると、初期化やオーバーライトの際に第2誘電体層に剥離が生じやすくなる。

【0102】第2誘電体層32に用いる希土類元素は特に限定されず、例えばCe、La、Y、Pr、Nd、Pm、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、T

m、Yb、Lu等の少なくとも1種を用いればよいが、好ましくはCe、La、Yの少なくとも1種を用いる。

【0103】図6において誘電体層2a上に設けられる誘電体層2bの組成は特に限定されないが、通常、硫化亜鉛および酸化ケイ素を主成分とするものとすればよい。その場合の酸化ケイ素含有率は特に限定されないが、好ましくは2~40モル% (40モル%を含まず) とする。

【0104】第2誘電体層32の厚さは、1.0~5.0nm、好ましくは1.3~3.5nmである。第2誘電体層をこのような厚さとすることにより冷却速度が速くなるので、記録マークのエッジが明瞭となってジッターが小さくなる。また、このような厚さとすることにより、変調度を高くすることができる。なお、第2誘電体層中において記録層に接して存在する前記領域 (例えば図6における誘電体層2a) の厚さは、好ましくは1nm以上、より好ましくは5nm以上である。前記領域が薄すぎると、バリア層としての効果が不十分となる。

【0105】図7の構成

図1~図6に示す構成例は、他部材で支持することなく形状の維持が可能な程度の厚さを有する樹脂板やガラス板を基体2として利用するが、本発明は、記録密度向上のために基体をさらに薄くした光記録媒体にも適用することができる。このような薄い基体は、反射型構造の媒体にも吸収率補正構造の媒体にも適用することができる。薄い基体を用いる場合の構成例を、図7に示す。

【0106】図7に示す光記録媒体は、支持基体20上に、第3誘電体層33、反射層5、第2誘電体層32、記録層4、第1誘電体層31および基体2をこの順で設けた吸収率補正構造のものである。図7における支持基体20は、図1~図6に示す基体2と同様に、それ自身で形状維持可能な程度の厚さをもつ樹脂板やガラス板から構成される。

【0107】支持基体20上の第3誘電体層33から第1誘電体層31までの積層順は、記録再生光入射側 (基体2側) から見て、図5に示す構成例と同じである。

【0108】図7における基体2は、透明樹脂製の粘着シートの貼り付けなどにより形成されており、それ自身では形状維持が不可能な程度に薄いものである。基体2の具体的な厚さは構成材料によっても異なるが、通常、0.05~0.3mm程度である。

【0109】図7に示すような薄い基体2は、上記したように粘着シートの貼り付けにより形成できるが、このほか、例えば樹脂の塗布によっても形成可能である。塗布方法は特に限定されないが、例えばスピンドルコート法を利用することができる。

【0110】図7に示す媒体は吸収率補正構造であるため、支持基体20から記録層4側に記録再生光が実質的に反射しないことが好ましい。したがって、支持基体20を、記録再生光に対し透明とするか吸収性を有するも

のとするか、あるいは、支持基体20と第3誘電体層33との間に、記録再生光に対し吸収性を有する光吸収層を設ける構成とすることが好ましい。なお、図4~図6に示す構成例においても、保護層6から記録層4側に記録再生光が実質的に反射しないことが好ましいので、保護層6を、記録再生光に対し透明とするか吸収性を有するものとするか、あるいは、保護層6と第3誘電体層33との間に光吸収層を設ける構成とすることが好ましい。

10 【0111】記録再生方法

本発明の光記録媒体へのオーバーライトは、従来の相変化型光記録媒体へのオーバーライトと同様にして行うことができる。

【0112】反射型構造の媒体に対し好ましく使用されるレーザービームの変調パターンを、図8(a)および図8(b)に示す。図8(a)は、3T信号記録用の変調パターン (記録パルスパターン) であり、図8(b)は、11T信号記録用の変調パターンである。各図において、横方向は時間、縦方向はレーザービームのパワー

20 レベルである。なお、各図には、3Tおよび11TのNRZI信号パターンを併記してある。

【0113】これらの変調パターンにおけるパワーレベルは、 P_p (ピークパワー) と、 P_p よりも低い P_{B1} (バイアスパワー1) と、 P_{B1} よりも低い P_{B2} (バイアスパワー2) との3段階である。記録パワーをパルス変調することは従来も行われているが、その場合には、記録パルスのボトム値は消去パワーである P_{B1} となっていた。これに対し、このパターンの特徴は、記録パルスを、ピーク値 P_p 、ボトム値 P_{B2} とし、かつ最終パルス照射後に、パワーレベルをいったんボトム値 P_{B2} まで低下させた後、消去パワーレベルである P_{B1} に戻すことである。記録パルスをこのようなパターンとすることにより、記録密度を高くした場合でも記録マークの形状が歪みにくくなり、ジッターの増大を抑えることができる。

【0114】 P_p 、 P_{B1} および P_{B2} は、記録層の組成や媒体の線速度などによっても異なるが、通常、それぞれ9~12m/s、4~6m/sおよび0~2m/sの範囲内から選択される。なお、吸収率補正構造の媒体における記録パワーおよび消去パワーも、通常、それぞれ9~12m/sおよび4~6m/sの範囲から選択される。

【0115】上記組成の記録層を有する光記録媒体では、書き換えおよび再生に用いる光を、広い波長域、例えば100~5000nmの範囲から自在に選択できる。

【0116】

【実施例】以下、本発明の具体的実施例を示し、本発明をさらに詳細に説明する。

【0117】実施例1 (反射型構造)

射出成形によりグループ (幅0.74μm、深さ6.5nm、ピッチ1.48μm) を同時形成した直径12.0mm、50厚さ0.6mmのディスク状ポリカーボネート基体2の表

2.1

面に、第1誘電体層31、記録層4、第2誘電体層32、反射層5および保護層6を以下に示す手順で形成し、図2に示す構成を有する光記録ディスクサンプルとした。

【0118】誘電体層1aは、Ar雰囲気中においてスパッタ法により形成した。ターゲットには、ZnS(80モル%) - SiO₂(20モル%)を用いた。誘電体層1aの厚さは9.5nmとした。誘電体層1bは、Ge₃N₄からなるものであり、Geターゲットを用いて、窒素を含有するAr雰囲気中において反応性スパッタ法により形成した。誘電体層1bの厚さは2.0nmとした。

【0119】記録層4は、スパッタ法により形成した。各サンプルの記録層の組成(原子比)を表1に示す。記録層の厚さは2.0nmとした。

【0120】第2誘電体層32は、ターゲットにZnS - SiO₂を用いて、Ar雰囲気中またはAr + N₂雰囲気中でスパッタ法により形成した。流量比[N₂ / (Ar + N₂)]を表1に示す。第2誘電体層の厚さは2.2nmとした。

【0121】反射層5は、Ar雰囲気中においてスパッタ法により形成した。ターゲットにはAl-1-7原子%Crを用いた。反射層の厚さは15.0nmとした。

【0122】保護層6は、紫外線硬化型樹脂をスピンドル法により塗布後、紫外線照射により硬化して形成した。硬化後の保護層厚さは5.0μmであった。

【0123】このようにして作製した各サンプルをバルクレーザーにより初期化した後、光記録媒体評価装置(レーザー光波長638nm、開口数0.6)を用いて、RBW(リゾリューションバンド幅)を30kHz、VBW(ビデオバンド幅)を100Hzに設定して、線速度を変えながら各サンプルのC/Nを測定し、V_{max}を求めた。なお、C/Nの測定は、以下の手順で行った。

【0124】1) 測定トラックに、線速度V_oで混合信号(8/16変調信号)を10回オーバーライトする。* $v_o=6$ [m/s]

2.2

* 2) 上記測定トラックに、上記混合信号のなかの最短マークに相当する单一周波数成分の信号(3T信号: V_o = 6m/sのとき4.88MHz)を1回記録する。

3) 上記測定トラックに、最長マークに相当する单一周波数成分の信号(14T信号: V_o = 6m/sのとき1.03MHz)を1回記録し、これについてC/Nを求める。

4) 線速度V_oを変更して上記1)~3)の測定を繰り返す。

5) 上記測定において、C/Nが最も高くなったV_oをV_{max}とする。

【0125】なお、信号長さを決定するクロック周波数は、すべての線速度で記録密度が同一となるように線速度V_oに応じて変更する。

【0126】次に、上記光記録媒体評価装置を用い、線速度V_oを6m/sとして、混合信号(8/16変調信号)を10回オーバーライトした後、ジッターを測定し、これを初期ジッター値とした。結果を、V_{max}およびV_{max}/V_oと共に表1に示す。なお、このジッター値は、クロック周波数(V_o = 6m/sのとき5.8.36MHz)を用いて算出した総合ジッター(単位: %)である。

【0127】次いで、各サンプルを60°Cで100時間保存し、再び線速度V_o(=6m/s)で8/16変調信号を1回オーバーライトした後、ジッターを測定し、これを保存後のジッター値とした。結果を表1に示す。

【0128】なお、上記測定には、以下に示す記録パルスを用いた。

【0129】記録パルス

パルスパターン: 図8(a)、図8(b)に例示されるパターン。

30 記録パワー(ピークパワー): 11.0mW、
消去パワー(バイアスパワー1): 5.0mW、
ボトムパワー(バイアスパワー2): 0.5mW

【0130】

【表1】

サンプル No.	記録層組成 (原子比)	第2誘電体層 N ₂ /(Ar+N ₂)	V _{max} (m/s)	V _{max} /V _o	ジッター(%)	
					初期	保存後
101(比較)	Ge ₂₀ Sb ₂₆ Te ₅₄	0	5	0.83*	8.8	20.0*
102	Ge ₂₀ Sb ₂₆ Te ₅₄	0.12	7	1.17	7.3	8.8
103	Ge ₂₀ Sb ₂₆ Te ₅₄	0.19	8	1.33	14.0	14.0
104(比較)	Ge ₂₀ Sb ₂₆ Te ₅₄	0.27	9	1.50*	20.0*	20.0*

*)限定範囲外の値または好ましい範囲外の値

【0131】表1から、V_{max}/V_oが所定範囲となるように設計されたサンプルでは、高温保存後でもジッターが十分に小さいことがわかる。なお、ジッターの好ましい範囲は、1.5%以下である。ジッターが1.5%を超えると、システムが正常に動作しなかったり、エラーが多※50 厚さ0.6mmのディスク状ポリカーボネート基体2の表

※発したりするなどの不具合が発生しやすくなる。

【0132】実施例2(吸収率補正構造)

射出成形によりグループ(幅0.60μm、深さ50mm、ピッチ1.20μm)を同時形成した直径120mm、厚さ0.6mmのディスク状ポリカーボネート基体2の表

面に、第1誘電体層31、記録層4、第2誘電体層32、反射層5、第3誘電体層33および保護層6を以下に示す手順で形成し、図5に示す構成を有する光記録ディスクサンプルとした。

【0133】誘電体層1aは、Ar雰囲気中においてスパッタ法により形成した。ターゲットには、ZnS(80モル%) - SiO₂(20モル%)を用いた。誘電体層1aの厚さは240nmとした。誘電体層1bは、Ge₃N₄からなるものであり、Geターゲットを用いて、窒素を含有するAr雰囲気中において反応性スパッタ法により形成した。誘電体層1bの厚さは20nmとした。

【0134】記録層4は、スパッタ法により形成した。各サンプルの記録層の組成(原子比)を表2に示す。記録層の厚さは20nmとした。

【0135】第2誘電体層32は、ZnS(80モル%) - SiO₂(20モル%)またはSiをターゲットとして、Ar雰囲気中またはAr+N₂雰囲気中でスパッタ法により形成した。第2誘電体層の組成と、形成時の流量比[N₂/(Ar+N₂)]とを、表2に示す。第2誘電体層の厚さは15nmとした。

【0136】反射層5は、Ar雰囲気中においてスパッタ法により形成した。ターゲットにはSiを用いた。反射層の厚さは50nmとした。

【0137】第3誘電体層33は、ターゲットとしてZnS(80モル%) - SiO₂(20モル%)を用い、Ar雰囲気中においてスパッタ法により形成した。第3誘電体層の厚さは60nmとした。

【0138】保護層6は、実施例1と同様にして形成した。

【0139】このようにして作製した各サンプルの記録層を、バルクライーザーにより初期化した後、保護層6を除いた状態で基体2側から波長680nmのレーザー光を照射し、ミラー部(結晶質)における透過率を分光光度計で測定したところ、5%以上であった。なお、各サンプルの波長680nmにおけるAc/Aaは、0.9以*
v₀=12[m/s]

*上となる。

【0140】各サンプルを光記録媒体評価装置(レーザー光の波長を680nmとしたほかは実施例1で用いたものと同じ)に載せ、RBW(リゾリューションバンド幅)を30kHz、VBW(ビデオバンド幅)を100Hzに設定して、線速度V₀を変えながら各サンプルのC/Nを測定し、V_{max}を求めた。なお、C/Nの測定は、以下の手順で行った。

10 【0141】1) 測定トラックに、線速度V₀で混合信号(1-7RLL信号)を10回オーバーライトする。

2) 上記測定トラックに、上記混合信号のなかの最短マークに相当する单一周波数成分の信号(2T信号: V₀=12m/sのとき13.5MHz)を1回記録する。

3) 上記測定トラックに、最長マークに相当する单一周波数成分の信号(8T信号: V₀=12m/sのとき3.3MHz)を1回記録し、これについてC/Nを求める。

4) 線速度V₀を変更して上記1)~3)の測定を繰り返す。

20 5) 上記測定において、C/Nが最も高くなったV₀をV_{max}とする。

【0142】なお、信号長さを決定するクロック周波数は、すべての線速度で記録密度が同一となるように線速度V₀に応じて変更する。

【0143】次に、上記光記録媒体評価装置を用い、線速度V₀を12m/sとして、混合信号(1-7RLL信号)を10回オーバーライトした後、ピットエラーレート(BER)を測定し、これを初期BERとした。結果を、V_{max}およびV_{max}/V₀と共に表2に示す。

30 【0144】次いで、各サンプルを60°Cで100時間保存し、再び線速度V₀(=12m/s)で1-7RLL信号を1回オーバーライトした後、BERを測定し、これを保存後のBERとした。結果を表2に示す。

【0145】

【表2】

サンプル No.	記録層組成 (原子比)	第2誘電体層 組成	N ₂ /(Ar+N ₂)	V _{max} (m/s)	V _{max} /V ₀	BER	
						初期	保存後
201(比較)	Ge ₂₀ Sb ₂₆ Te ₅₄	ZnS-SiO ₂	0	12	1.00*	7×10 ⁻⁷	5×10 ⁻⁵ *
202	Ge ₂₀ Sb ₂₆ Te ₅₄	Si-N	0.48	14	1.17	3×10 ⁻⁷	5×10 ⁻⁷
203	Ge ₂₀ Sb ₂₅ Te ₅₅	Si-N	0.48	16	1.33	1×10 ⁻⁸	1×10 ⁻⁸
204(比較)	Ge ₂₀ Sb ₂₅ Te ₅₅	Si-N	0.48	18	1.50*	4×10 ⁻⁶ *	4×10 ⁻⁶ *

*)限定範囲外の値または好ましい範囲外の値

【0146】表2に示される結果から、吸収率補正構造の媒体においても本発明の効果が実現することがわかる。なお、BERの好ましい範囲は、1×10⁻⁶以下である。

※【0147】実施例3(吸収率補正構造)

射出成形によりグループ(幅0.60μm、深さ50nm、ピッチ1.20μm)を同時形成した直径120mm、

※50厚さ0.6mmのディスク状ポリカーボネート基体2の表

25

面に、第1誘電体層31、記録層4、第2誘電体層32、反射層5、第3誘電体層33および保護層6を以下に示す手順で形成し、図5に示す構成を有する光記録ディスクサンプルとした。

【0148】誘電体層1aは、Ar雰囲気中においてスパッタ法により形成した。ターゲットには、ZnS(8.5モル%) - SiO₂(1.5モル%)を用いた。誘電体層1aの厚さは19.5nmとした。誘電体層1bは、Si₃N₄からなるものであり、Siターゲットを用いて、窒素を含有するAr雰囲気中において反応性スパッタ法により形成した。誘電体層1bの厚さは5nmとした。

【0149】記録層4は、スパッタ法により形成した。各サンプル(No.301、No.401およびNo.501)の記録層の組成(原子比)を、表3、表4および表5にそれぞれ示す。記録層の厚さは16nmとした。

【0150】第2誘電体層32は、SiをターゲットとしてAr+N₂雰囲気中でスパッタ法により形成した。第2誘電体層の厚さは15nmとした。

【0151】反射層5は、Ar雰囲気中においてスパッタ法により形成した。ターゲットにはSiを用いた。反射層の厚さは5.0nmとした。

【0152】第3誘電体層33は、厚さを60nmとしたほかは上記誘電体層1aと同様にして形成した。*

サンプルNo.301

V_{max}=12[m/s]

記録層組成: Ge₂₀Sb₂₀Te₆₄

V ₀ (m/s)	V _{max} N ₀	C/N(dB)		消去率(dB)	
		初期	保存後	初期	保存後
8	1.50*	54.2	54.8	26.2	26.5
10	1.20	56.4	54.3	27.0	24.6
12	1.00*	56.8	55.8	25.9	21.5*
14	0.86*	55.0	53.8	23.5	17.8*
16	0.75*	53.9	52.2	21.3	15.9*
18	0.67*	51.3	48.5	17.1	10.2*

*)限定範囲外の値または好ましい範囲外の値

26

*【0153】保護層6は、実施例1と同様にして形成した。

【0154】このようにして作製した各サンプルの記録層を、パルクライーザーにより初期化した後、保護層6を除いた状態で基体2側から波長680nmのレーザー光を照射し、ミラー部(結晶質)における透過率を分光光度計で測定したところ、5%以上であった。なお、各サンプルの波長680nmにおけるA_c/A_aは、0.9以上となる。

10 【0155】各サンプルのV_{max}を、実施例2と同様にして測定した。

【0156】次に、線速度V₀で各サンプルに上記最短マーク(2T信号)を記録した後、最長マーク(8T信号)をオーバーライトしたときの最短マークのキャリアの変化分を測定して消去率を求め、これを初期消去率とした。次いで、各サンプルを60°Cで100時間保存した後、再び消去率を求め、これを保存後の消去率とした。各サンプルの初期および保存後の消去率を、V₀、V_{max}およびV_{max}/V₀と共に表3、表4および表5に示す。また、各線速度における初期および保存後のC/Nも、各表に示す。

【0157】

【表3】

※※【表4】

【0158】

27
サンプル No.401

Vmax = 14 [m/s]

記録層組成: $Ge_{20}Sb_{20}Te_{50}$

V ₀ (m/s)	Vmax (m/s)	C/N (dB)		消去率 (dB)	
		初期	保存後	初期	保存後
8	1.75*	53.2	53.4	26.0	26.1
10	1.40	55.3	55.3	26.5	25.5
12	1.17	56.1	55.4	26.8	23.0
14	1.00*	56.5	55.7	26.1	22.1*
16	0.88*	55.4	54.1	23.4	19.2*
18	0.78*	53.7	52.1	21.5	16.8*

*)限定範囲外の値または好ましい範囲外の値

【0159】

* * 【表5】

サンプル No.501

Vmax = 16 [m/s]

記録層組成: $Ge_{20}Sb_{20}Te_{50}$

V ₀ (m/s)	Vmax (m/s)	C/N (dB)		消去率 (dB)	
		初期	保存後	初期	保存後
8	2.00*	51.0	50.6	25.3	25.2
10	1.60*	54.1	53.9	26.2	26.0
12	1.33	55.8	55.3	26.5	25.8
14	1.14	56.1	55.9	26.0	23.4
16	1.00*	56.8	56.4	25.1	22.8*
18	0.89*	55.4	54.3	24.2	20.4*

*)限定範囲外の値または好ましい範囲外の値

【0160】上記各表に示される結果から、吸収率補正構造の媒体においては、 $1 < V_{max}/V_0$ であれば、高温保存後においても 23dB 以上の消去率が得られることがわかる。

【0161】上記各表において $V_{max}/V_0 \geq 1.5$ の場合、保存後の消去率は良好である。しかし、これらの場合、セルフライズのために BER が 1×10^{-6} を超えてしまった。

【0162】なお、上記各サンプルでは、記録層の組成と、第2誘電体層を形成する際の流量比 $[N_2 / (Ar + N_2)]$ とを制御することにより、Vmaxを調整した。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光記録媒体（反射型構造）の構成例を示す部分断面図である。

【図2】本発明の光記録媒体（反射型構造）の構成例を示す部分断面図である。

【図3】本発明の光記録媒体（反射型構造）の構成例を示す部分断面図である。

【図4】本発明の光記録媒体（吸収率補正構造）の構成※

30※例を示す部分断面図である。

【図5】本発明の光記録媒体（吸収率補正構造）の構成例を示す部分断面図である。

【図6】本発明の光記録媒体（吸収率補正構造）の構成例を示す部分断面図である。

【図7】本発明の光記録媒体（吸収率補正構造）の構成例を示す部分断面図である。

【図8】(a) および (b) は、本発明の光記録媒体（反射型構造）のオーバーライトに使用されるレーザービームの変調パターンを示すグラフである。

40 【符号の説明】

2 基体

20 支持基体

31 第1誘電体層

32 第2誘電体層

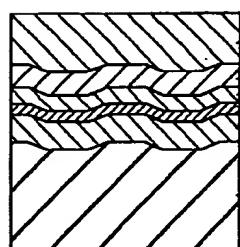
33 第3誘電体層

4 記録層

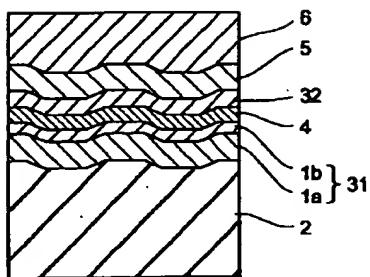
5 反射層

6 保護層

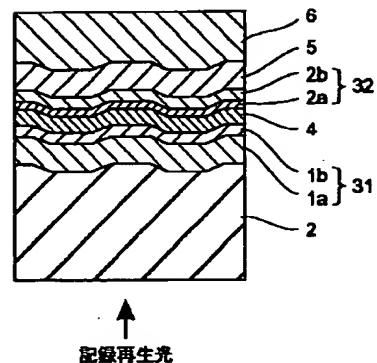
【図1】



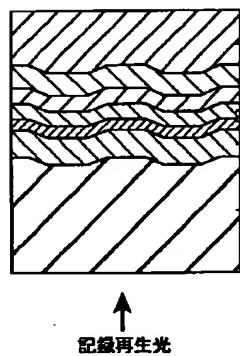
【図2】



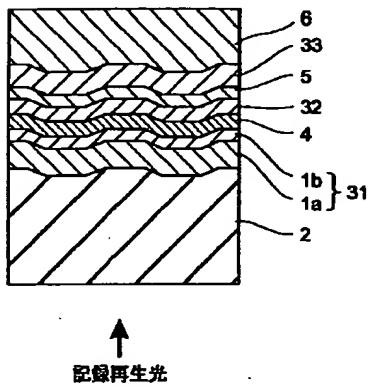
【図3】



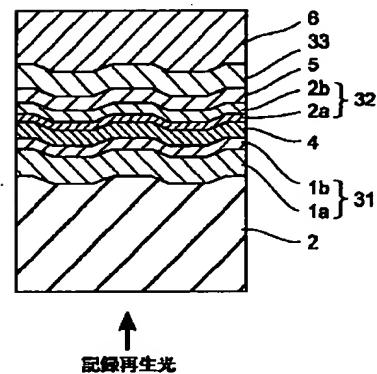
【図4】



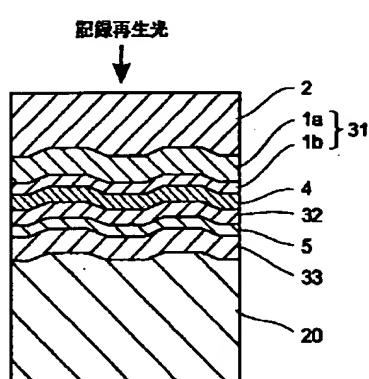
【図5】



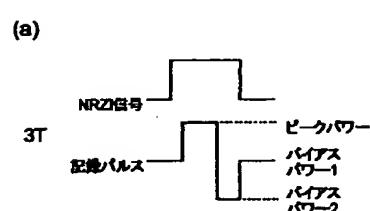
【図6】



【図7】



【図8】



(b)

